

18 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 195 12 044 A 1

51 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
C 22 C 37/08

21 Aktenzeichen: 195 12 044.2  
22 Anmeldetag: 31. 3. 95  
43 Offenlegungstag: 23. 11. 95

DE 195 12 044 A 1

30 Innere Priorität: 32 33 31

17.05.94 DE 44 17 261.3

71 Anmelder:

KSB Aktiengesellschaft, 67227 Frankenthal, DE

72 Erfinder:

Dwars, Anja, 90471 Nürnberg, DE; Köper, Heinz,  
91257 Pegnitz, DE; Precht, Wolfgang, 92237  
Sulzbach-Rosenberg, DE; Schröpfer, Jörg, Dr.,  
91054 Erlangen, DE; Tischner, Hermann, Dr., 91257  
Pegnitz, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

EP 02 71 238 A2  
WO 91 02 101 A1  
PFISTERER, W., RÖHRIG, K.: Korrosionsbeständiger  
Stahlguß. In: Gießerei-Praxis 23-24/91, S.375- S.389;

54 Hartguß mit hoher Korrosions- und Verschleißbeständigkeit

57 Die Erfindung hat einen Hartguß zum Gegenstand, der  
sich durch eine hohe Korrosionsbeständigkeit in aggressiven  
Medien auszeichnet und der in seiner Verschleißbeständig-  
keit den handelsüblichen Hartgußsorten nahekommt.  
Der erfindungsgemäße Hartguß hat folgende Zusammenset-  
zung in Gewichts-%:

Cr = 36 bis 46

Ni = 5 bis 12

Mo = 2 bis 6

Cu ≤ 3

N ≤ 0,2

Si ≤ 1,5

Mn ≤ 1,5

C = 1,4 bis 1,9

Rest Fe und erschmelzungsbedingte Verunreinigungen,  
und folgende Zusammensetzung in Volumen-%:

Austenit = 20 bis 40

Ferrit = 20 bis 40

Carbide = 20 bis 40,

wobei die Carbide eine netzartige Struktur aufweisen.

DE 195 12 044 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNESDRUCKEREI 09. 95 508 047/532

6/29

## Beschreibung

Es ist bekannt, in Einsatzfällen mit hydroabrasiver Verschleißbeanspruchung C-haltigen Cr-Hartguß auf Fe-Basis zu verwenden. Ein Werkstoff dieser Sorte besitzt einen C-Gehalt von über 2,0 Gewichts-%. Beispiele hierfür sind die Werkstoffe Nr. 0.9630, Nr. 0.9635, Nr. 0.9645 und Nr. 0.9655. Da bei diesen Werkstoffen ein großer Anteil des Cr zur Carbidbildung verbraucht wird, besitzen sie lediglich eine Korrosionsbeständigkeit, die in etwa dem von unlegiertem Gußeisen entspricht.

Wird nun der C-Gehalt abgesenkt und der Cr-Gehalt erhöht, so läßt sich eine leichte Erhöhung der Korrosionsbeständigkeit erreichen. Beispielhaft hierfür ist der Werkstoff G-X 170 CrMo 25 2. Die gesamte Gruppe, der der genannte Werkstoff angehört, besitzt den wesentlichen Nachteil, daß in chemisch aggressiven Medien, wie beispielsweise sauren, chloridhaltigen Wässern von Rauchgas-Entschwefelungsanlagen eine Korrosionsbeständigkeit erst bei sehr hohen Cr-Gehalten erreicht wird. Hohe Cr-Gehalte in ferritischen Fe-Basis-Legierungen, wie z. B. den Werkstoffen G-X 160 CrNiMoCu 42 2 2 2 oder G-X 140 CrMnNiMoCu 41 4 2 2 1, verschlechtern jedoch die mechanischen Eigenschaften entscheidend und beeinträchtigen die Gießbarkeit erheblich.

Es werden daher für aggressive Medien der genannten Art korrosionsbeständige Edelmärkte verwendet, deren Verschleißbeständigkeit durch einen geringen Kohlenstoffgehalt ( $< 0,5\%$ ) und einen sich dadurch ergebenden geringen Volumenanteil an Carbiden leicht verbessert wird. Der Werkstoff 1.4464 ist hierfür beispielhaft. Durch die Bildung von Chromcarbiden sinkt der Chromgehalt des Grundgefüges, wodurch sich die Korrosionsbeständigkeit entsprechend verringert. Eine weitere Erhöhung des Kohlenstoffgehaltes ist somit nicht zweckmäßig.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen metallischen Gußwerkstoff zu schaffen, dessen Verschleißbeständigkeit etwa der handelsüblichen Hartgußsorten entspricht, der sich aber darüber hinaus durch eine hohe Korrosionsbeständigkeit in aggressiven Medien auszeichnet.

Die gestellte Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch einen Hartguß mit den im Patentanspruch 1 genannten Bestandteilen.

Der erfindungsgemäße Werkstoff weist neben einer hohen Korrosions- und Verschleißbeständigkeit auch eine gute Gießbarkeit auf. Somit ist dessen Herstellung in konventionellen Edelmärktgießereien möglich. Überdies ist dieser Hartguß gut bearbeitbar.

Ursächlich für die genannten positiven Eigenschaften sind vor allem ein Chromgehalt von 36 bis 42 Gewichts-% und ein Kohlenstoffgehalt von 1,4 bis 1,9 Gewichts-%, wodurch sich ein ausreichend hoher Volumenanteil an Carbiden ergibt. Durch die starke Erhöhung des Chromgehaltes wird die Chromverarmung der Matrix verringert.

Aufgrund der gezielten Zugabe des Austenitbildners Nickel im Konzentrationsbereich von 5 bis 12 MA-% ist es möglich, das Verhältnis der Phasenanteile Ferrit und Austenit in der Matrix definiert einzustellen. Die positiven Eigenschaften eines Duplex-Gefüges in rostfreien Stählen werden hier genutzt. Die normalerweise extrem hohe Sprödigkeit von Hartgußsorten mit hohen C-Gehalten und einem Carbid-Netz in ferritischer Matrix wird vermieden durch die überwiegende Einlagerung der Chrom-Carbide in der austenitischen Phase. Da die austenitische Phase, anders als die Ferrit-Phase, nicht durch Ausscheidung intermetallischer Phasen oder durch Entmischungsvorgänge versprödet, ist bei Spannungen zwischen Carbiden und Matrix die Reißgefahr nicht so groß wie bei einer rein ferritischen Matrix.

Zur Erreichung eines aus einer ferritisch-austenitischen Matrix mit eingelagerten Carbiden bestehenden Gefügebau ist eine Wärmebehandlung bei den üblichen Lösungsglühtemperaturen notwendig; hierdurch wird gleichzeitig eine bessere Bearbeitbarkeit erreicht.

Intermetallische Phasen im Ferrit, die einen negativen Einfluß auf die Korrosionsbeständigkeit besitzen und die Sprödigkeit erhöhen, werden durch die in Patentanspruch 2 angegebene Zusammensetzung vermieden. Der Ni-Gehalt wird nach unten begrenzt durch die zur Bildung von (Sekundär-)Austenit notwendigen Mengen.

Die obere Grenze wird festgelegt durch das Erfordernis, auch nach einer Luftabkühlung großer Bauteile ein Gefüge zu erhalten, das aus ausscheidungsfreiem Ferrit, Austenit und Carbiden besteht, da die Bildung von Austenit eine Chromanreicherung der Ferritphase bewirkt und dadurch die Ausscheidung von f-Phase fördert. Eine gleiche unerwünschte Wirkung hätte ein zu hoher Si-Gehalt, der daher auf max. 1 Gewichts-% begrenzt wird. Mit der im Patentanspruch 2 vorgeschlagenen Zusammensetzung wird eine optimale Kombination aus Korrosions- und Verschleißbeständigkeit erreicht.

Überdies ergibt sich die Möglichkeit, durch weitere gezielte Wärmebehandlungen in Entsprechung zu den ZTU-Schaubildern von hochlegierten Stählen die Neigung des Ferrits zur Bildung von Ausscheidungen (intermetallische Phasen) zu einer Härtesteigerung zu nutzen und somit die Verschleißbeständigkeit zusätzlich zu erhöhen.

Die Ausscheidungsgeschwindigkeit dieser Phasen wird durch die in Patentanspruch 3 vorgegebene Zusammensetzung erheblich erhöht, so daß eine maximale Verschleißbeständigkeit auch ohne zusätzliche Wärmebehandlung erreicht werden kann.

Der innerhalb der in den Patentansprüchen 1 bis 3 angegebenen Grenzen liegende Molybdän-Gehalt ist wesentlich für die Korrosionsbeständigkeit, vor allem in chloridhaltigen, sauren Medien.

Um die Reißgefahr beim Abguß von dickwandigen Teilen zu verringern, wird der Cu-Gehalt auf 3 MA-% beschränkt. Ein geringer Kupfergehalt bewirkt eine bessere Korrosionsbeständigkeit in oxidierenden Medien; deshalb ist er Bestandteil von handelsüblichen hochlegierten Duplex-Stählen. Es ist im übrigen ein Vorteil des im erfindungsgemäßen Werkstoff zulässigen Cu-Gehaltes, daß beim Erschmelzen Recyclingmaterial von handelsüblichem, hochlegiertem Stahlguß verwendet werden kann.

Durch Variation der Legierungsbestandteile Kohlenstoff und Chrom innerhalb der im Patentanspruch 1 angegebenen Grenzen kann der erfindungsgemäße Werkstoff in seiner Korrosions- und Verschleißbeständigkeit

einem vorgegebenen Anforderungsprofil entsprechend eingestellt werden.

Ein inhomogenes Gefüge mit Grobkornbildung wird bei hohen Gießmodulen durch die Zugabe von Vanadium gemäß Patentanspruch 4 vermieden. Die Eigenschaft des Vanadiums zur Kornfeinung wird hier erst bei höheren als bisher bekannten Gehalten ausreichend wirksam, ohne die sonstigen Eigenschaften negativ zu beeinflussen.

In bezug auf die Verbindung von Korrosions- und Verschleißbeständigkeit besitzt der erfindungsgemäße Werkstoff eine deutliche Überlegenheit gegenüber den bisher bekannten, bei einer Beanspruchung durch hydroabrasiven Verschleiß eingesetzten Hartgußsorten.

Anhand eines in einem Ausführungsbeispiel vorgenommenen Vergleichs wird dies verdeutlicht. Der erfindungsgemäße Werkstoff wird hierbei vier bekannten Hartgußsorten gegenübergestellt.

Es zeigt die

Fig. 1 ein Diagramm der Abtragsraten der Werkstoffe bei hydroabrasivem Verschleiß, und die

Fig. 2 ein Diagramm der Korrosionsraten in starksaurem, chloridhaltigem Medium (pH 0,5; 10 g/l Cl<sup>-</sup>; 60°C).

Für die Ermittlung der Abtragsraten gemäß Fig. 1 wurde eine Modellverschleiß-Apparatur verwendet, in welcher als Angriffsmittel Quarzsand-Wasser in einem Mischungsverhältnis von 1 : 1 mit einer Korngröße von 0,9 bis 1,2 mm eingesetzt wurde. Die Versuchsdauer betrug jeweils zwei Stunden. Es wurde eine Drehzahl von 3000 1/min gefahren. Jede Werkstoffprobe hatte einen Durchmesser von 55 mm und eine Dicke von 5 mm.

Die Ordinaten der in den Fig. 1 und 2 dargestellten Diagramme zeigen jeweils den Abtrag in mm/a. Auf den Abszissen sind mit den Buchstaben A bis D bekannte, in einer nachfolgenden ersten Tafel näher bezeichnete Werkstoffe belegt, während sich die Kennzeichnung E auf den erfindungsgemäßen Werkstoff bezieht, dessen Zusammensetzung in einer zweiten Tafel dargestellt ist.

Tafel 1

Für die Versuche herangezogene bekannte Werkstoffe

Kennzeichnung	Kurzname
A	G-X 250 CrMo 15 3
B	G-X 170 CrMo 25 2
C	G-X 3 CrNiMoCu 24 6
D	G-X 40 CrNiMo 27 5

Tafel 2

Legierungszusammensetzung des für die Versuche benutzten erfindungsgemäßen Werkstoffes

Kennzeichnung	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Cu	Fe
E	1,5	0,7	0,6	42,1	8,2	2,5	1,6	Rest

### Patentansprüche

1. Korrosions- und verschleißbeständiger Hartguß, gekennzeichnet durch  
a) folgende Zusammensetzung in Gewichts-%:

Cr = 36 bis 46

Ni = 5 bis 12

Mo = 2 bis 6

Cu ≤ 3

N ≤ 0,2

Si ≤ 1,5

Mn ≤ 1,5

C = 1,4 bis 1,9

Rest Fe und erschmelzungsbedingte Verunreinigungen;

- b) folgende Zusammensetzung in Volumen-%:

Austenit = 20 bis 40

Ferrit = 20 bis 40

Carbide = 20 bis 40,

wobei die Carbide eine netzartige Struktur aufweisen.

2. Korrosions- und verschleißbeständiger Hartguß nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch folgende Zusammensetzung in Gewichts-%:

Cr = 38,5 bis 41,5

Ni = 5 bis 7

Mo = 2 bis 3

Cu  $\leq$  3

N = 0,1 bis 0,2

Si  $\leq$  1

Mn  $\geq$  1,5

C = 1,4 bis 1,6.

3. Korrosions- und verschleißbeständiger Hartguß nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch folgende Zusammensetzung in Gewichts-%:

Cr = 42 bis 44

Ni = 8 bis 10

Mo = 2 bis 4

Cu  $\leq$  3

N  $\leq$  0,1

Si = 1 bis 2

Mn  $\leq$  1,5

C = 1,4 bis 1,6

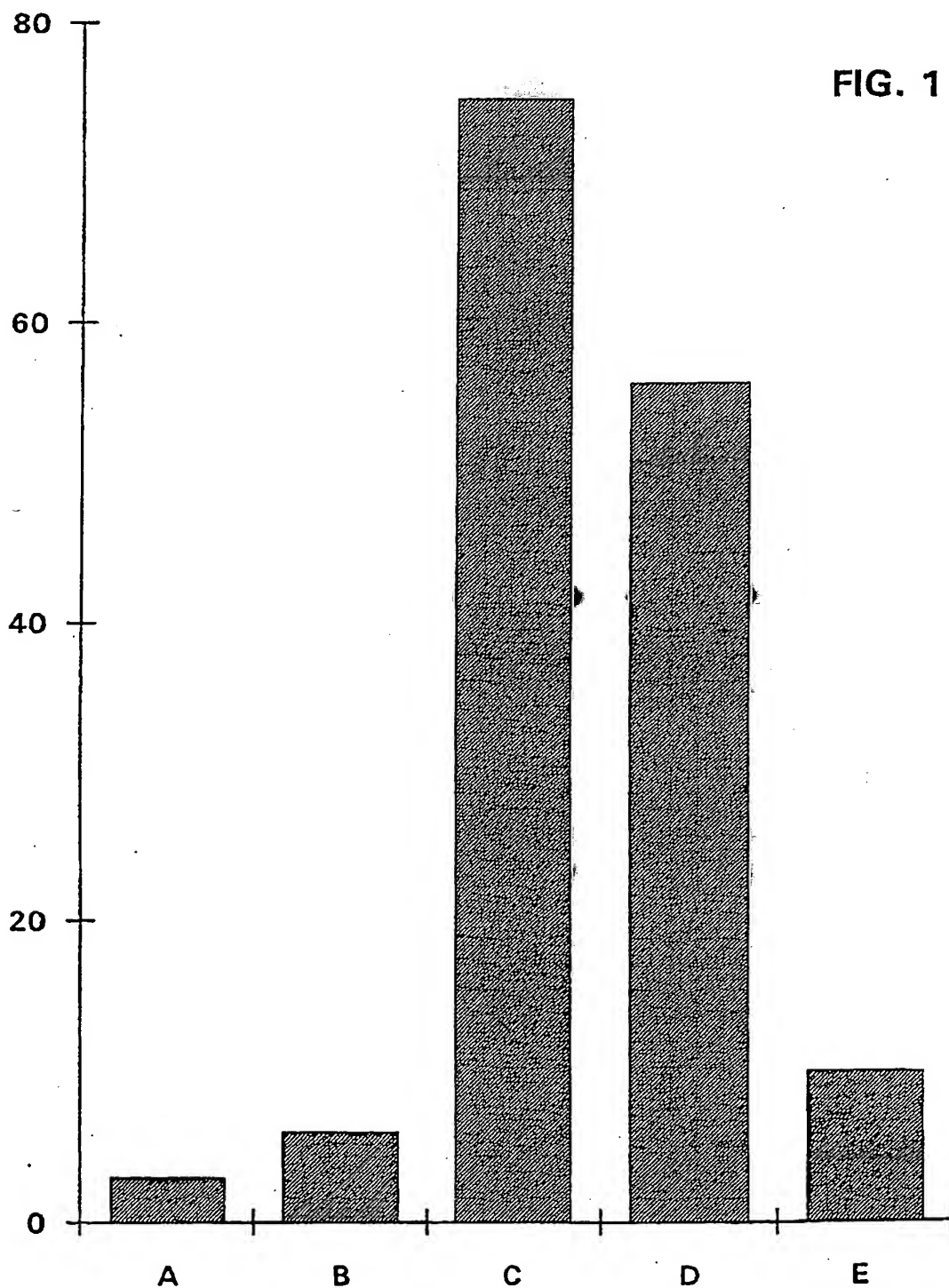
wobei der ferritische Anteil durch die Ausscheidung von intermetallischen Phasen gekennzeichnet ist.

4. Korrosions- und verschleißbeständiger Hartguß nach einem der Ansprüche 1 bis 3, gekennzeichnet durch 0,5 bis 2,5 Gewichts-% V als zusätzlichen Legierungsbestandteil.

5. Verwendung eines Hartgusses nach einem der Ansprüche 1 bis 4 für Bauteile, welche mit fließenden feststoffhaltigen, korrosiven Medien in Berührung kommen.

6. Verwendung eines Hartgusses nach einem der Ansprüche 1 bis 4 für Pumpen und Armaturen, die mit feststoffhaltigen, korrosiven Medien in Berührung kommen.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen



508 047/532

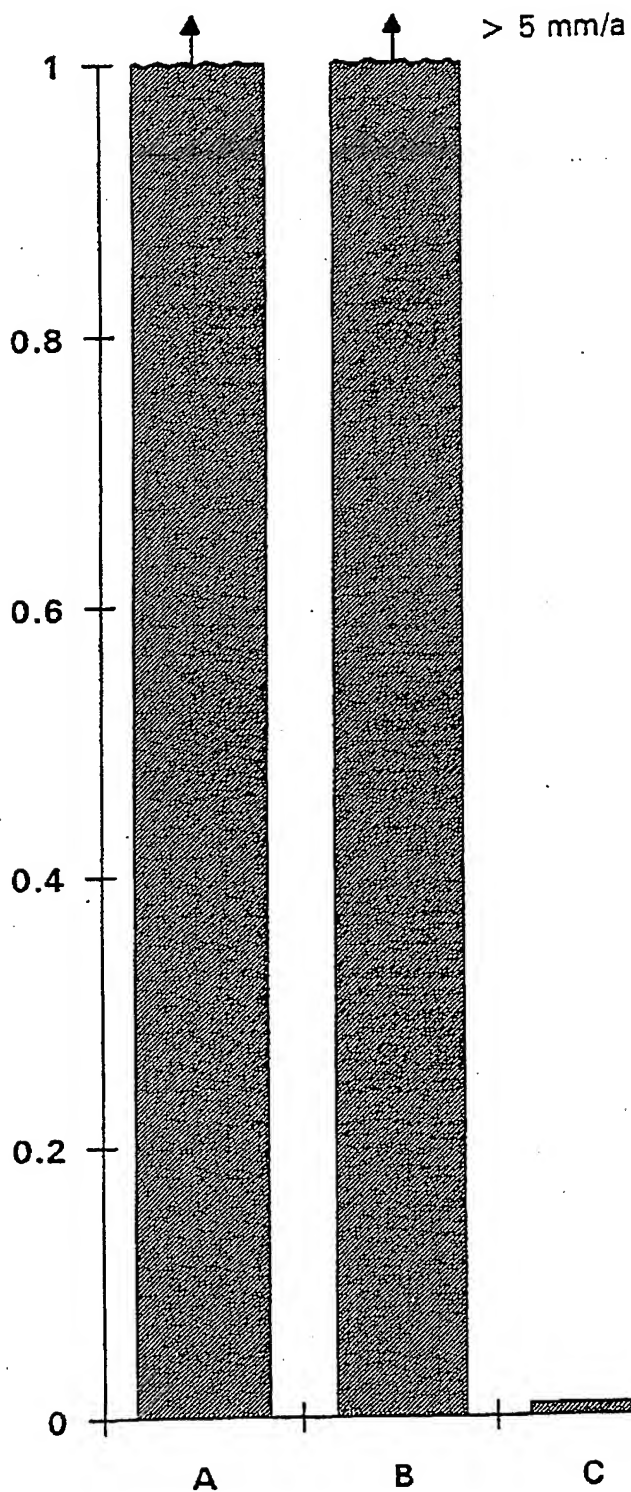


FIG. 2

508 047/532